

# PROSES PEMAMPATAN CITRA DENGAN STANDAR KOMPRESI JPEG

Cahyono Budi Nugroho\*, Achmad Hidayatno\*\*, R. Rizal Isnanto\*\*

**Abstrak** – Kompresi citra JPEG yang merupakan standar kompresi internasional telah secara luas digunakan saat ini, namun tidak semua penggunanya mengetahui proses-proses yang terjadi di dalamnya. Oleh sebab itu perlu dibuat pemampat baru yang menggunakan tahapan-tahapan seperti pada kompresi JPEG, sehingga dapat dianalisis dan diukur kinerja kompresi JPEG.

Langkah-langkah dari penelitian ini adalah : (1) membaca citra yang akan diolah, (2) melakukan pemampatan citra dengan tahapan-tahapan seperti pada sistem kompresi JPEG, dan (3) mengukur kinerja pemampat yang telah dibuat dengan parameter PSNR, indeks kualitas, rasio kompresi dan sistem penglihatan manusia, kemudian dicari kesimpulan atas ketiga parameter tersebut.

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa parameter PSNR dapat digunakan untuk mengukur kinerja dari pemampat citra, karena dari hasil penelitian didapatkan bahwa PSNR dapat menentukan kualitas citra hasil pemampatan. Sedangkan indeks kualitas untuk banyak kasus dapat digunakan dengan baik, karena nilai indeks kualitas citra akan semakin rendah, jika perbedaan kualitas citra sebelum dan sesudah dimampatkan semakin besar. Untuk penilaian dengan sistem penglihatan manusia lebih bergantung pada kondisi pencahayaan, konteks gambar, hal-hal lain yang telah dilihat, dan kelelahan/kondisi mata manusia. Dalam penelitian ini, untuk mengukur tingkat keberhasilan pemampatan citra dengan standar JPEG, digunakan rasio kompresi, karena nilai rasio kompresi ini menunjukkan nilai perbandingan ukuran citra sebelum dan sesudah dimampatkan

**Kata-kunci** - pemampatan citra, indeks kualitas, PSNR, sistem penglihatan manusia, kompresi JPEG

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi citra dewasa ini berkembang dengan sangat pesat, baik itu perkembangan jumlah pemakai maupun perkembangan jenis teknologi yang menggunakan citra sebagai media informasi, seperti misalnya bidang biomedis, astronomi, penginderaan jauh, dan arkeologi yang umumnya banyak menggunakan citra yang diteliti.

Peningkatan kebutuhan terhadap aplikasi penggunaan citra yang demikian pesat ini harus pula didukung oleh penyimpanan citra yang akan dipakai. Proses pemampatan citra menjadi salah satu jalan keluar dalam optimasi kinerja perangkat. Pemampatan citra bertujuan untuk menghasilkan citra yang ukurannya lebih kecil daripada citra asli dengan pengurangan kualitas citra atau tanpa

pengurangan kualitas citra meskipun tidak terlihat oleh mata manusia.

Salah satu pemampat citra yang terkenal saat ini adalah JPEG (*Joint Photographical Expert Group*). Pemampatan citra dengan JPEG menggunakan beberapa proses, yaitu: Alihragam Kosinus Diskret (*Discrete Cosine Transform-DCT*), Kuantisasi, dan Penyandian Entropi.

Untuk mengetahui kinerja pemampatan citra JPEG, maka perlu dibuat suatu alat pemampat citra yang baru dengan menggunakan tahapan-tahapan seperti yang digunakan oleh JPEG, sehingga proses pemampatan citra yang dilakukan JPEG dapat diketahui dikenerjanya dengan menganalisa citra hasil pemampatannya dengan parameter-parameter rasio kompresi, indeks kualitas, PSNR, dan penilaian sistem penglihatan manusia

### 1.2 Tujuan

Tujuan pembuatan tugas akhir ini adalah untuk membuat program yang berisi proses pemampatan citra yang terdiri dari DCT, kuantisasi, dan penyandian entropi, sehingga dapat digunakan untuk memampatkan citra digital, dan akhirnya dapat diketahui kinerja pemampatannya dengan mengukur rasio kompresi, indeks kualitas citra, PSNR, dan kualitas citra hasil pemampatan dengan sistem penglihatan manusia

### 1.3 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini, pembahasan terbatas pada:

1. Penggunaan proses pemampatan citra yang terdiri atas DCT, Kuantisasi, dan Penyandian Entropi berupa *Run Length Encoding* (RLC) dan penyandian Huffman.
2. Analisis unjuk-kerja pemampatan citra yang telah dibuat, yang diukur dengan kriteria objektif dan subjektif. Kriteria objektif yang digunakan adalah rasio pemampatan, PSNR, indeks kualitas yang diperoleh, sedangkan kriteria subjektif adalah pengamatan terhadap citra oleh sistem penglihatan manusia.
3. Jenis citra yang dipakai adalah citra berwarna (*True-Colour*).
4. Pengolahan pada citra tunggal dan tidak bergerak.

## II. DASAR TEORI

### 2.1 Standar Kerja Pemampatan Citra JPEG

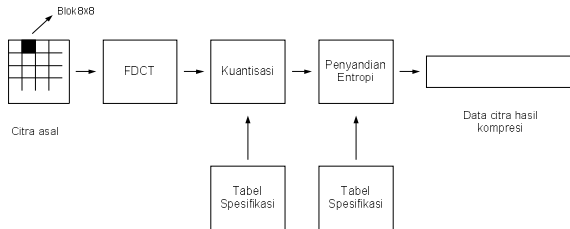
Pemampatan citra merupakan proses pengolahan citra yang melibatkan banyak metode didalamnya. Proses ini mempunyai ciri data

\* Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Diponegoro

\*\* Dosen Teknik Elektro Universitas Diponegoro

masukan dan informasi keluaran yang berbentuk citra. Pemampatan citra terbagi menjadi dua, yaitu pemampatan yang berugi (*lossy*), dan yang tanpa rugi (*lossless*). Pemampatan yang tak berugi biasanya digunakan untuk citra yang memerlukan keakuratan yang tinggi, sedangkan untuk pemampatan yang berugi biasanya dipakai untuk citra yang tidak memerlukan akurasi yang tinggi seperti foto pemandangan, atau citra yang dipakai untuk keperluan medis.

Bagian yang paling menarik dari pemampatan citra JPEG adalah kinerjanya pada teknik pemampatan berugi. Algoritma dari pemampatan berugi JPEG, yaitu: DCT, kuantisasi, dan penyandian entropi.



Gambar 1 Standar proses penyandian pada JPEG

Dalam proses penyandian dengan standar kerja JPEG pada Gambar 1, citra masukan dari komponen sampel dibentuk ke dalam blok 8×8, dan tiap-tiap blok diubah dengan DCT maju (FDCT) menjadi satu set 64 nilai yang disebut koefisien DCT. Satu dari nilai-nilai ini adalah koefisien DC dan yang lainnya (63 yang lain) adalah koefisien AC. Tiap-tiap nilai koefisien DCT kemudian dikuantisasi menggunakan satu dari 64 nilai yang saling berhubungan dari sebuah tabel kuantisasi. Koefisien-koefisien yang telah dikuantisasi kemudian diproses dengan penyandian entropi. Salah satu dari dua prosedur pengkodean entropi yang dapat digunakan yaitu dengan penyandian Huffman atau penyandian Aritmetika.

### 2.1.1 DCT

Alihragam DCT sangat mirip dengan alihragam fourrier 2 dimensi yang merubah dari daerah waktu (blok 8×8 asli) menjadi daerah frekuensi (64 koefisien yang baru menunjukkan amplitude dari analisis ruang frekuensi ).

DCT ditampilkan dengan sebuah nilai piksel matriks persegi N×N, dan menghasilkan sebuah koefisien frekuensi dari matriks persegi N×N. Rumus untuk DCT maju dan DCT balik adalah sebagai berikut:

FDCT:

$$S_{vu} = \frac{1}{4} C_u C_v \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 S_{yx} \cos \frac{(2x+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{16} \quad (1)$$

IDCT:

$$S_{yx} = \frac{1}{4} \sum_u \sum_v C_u C_v S_{uv} \cos \frac{(2x+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{16} \quad (2)$$

dengan:

FDCT merupakan alihragam DCT maju

IDCT merupakan alihragam DCT balik

$u, v = 0, 1, \dots, 7$        $x, y = 0, 1, \dots, 7$

$C(u, v) = \frac{1}{2}$       ketika  $u = v = 0$

$C(u, v) = \frac{1}{\sqrt{2}}$       ketika  $u = 0, v \neq 0$

$C(u, v) = \frac{1}{\sqrt{2}}$       ketika  $v = 0, u \neq 0$

$C(u, v) = 1$       untuk nilai  $u$  dan  $v$  yang lainnya.

### 2.1.2 Kuantisasi

Kuantisasi secara sederhana merupakan proses untuk mengurangi jumlah bit yang dibutuhkan untuk menyimpan sebuah nilai bilangan bulat dengan mengurangi ketelitian bilangan bulat.

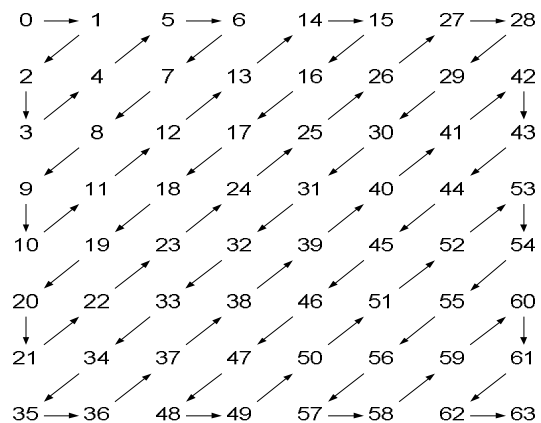
Algoritma JPEG menerapkan kuantisasi yang menggunakan sebuah matriks kuantisasi. Untuk tiap posisi elemen pada matriks DCT, nilai yang sesuai dengan matriks kuantisasi memberikan sebuah nilai kuantum. Nilai kuantum menunjukkan langkah ukuran yang akan menjadi elemen tersebut dalam menerjemahkan pemampatan dari gambar, dengan nilai berkisar dari satu sampai dengan 255.

Rumus yang sebenarnya untuk kuantisasi adalah cukup sederhana, seperti pada persamaan 3.

$$\text{Nilai Kuantisasi } (i, j) = DCT(i, j) / \text{Quantum}(i, j) \quad (3)$$

Dari persamaan 3, dapat disimpulkan bahwa besar-kecilnya nilai kuantisasi dipengaruhi oleh nilai Quantum yang digunakan

Setelah nilai transformasi DCT dikuantisasi, kemudian nilai-nilai tersebut dilewatkan dalam bentuk zig-zag seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



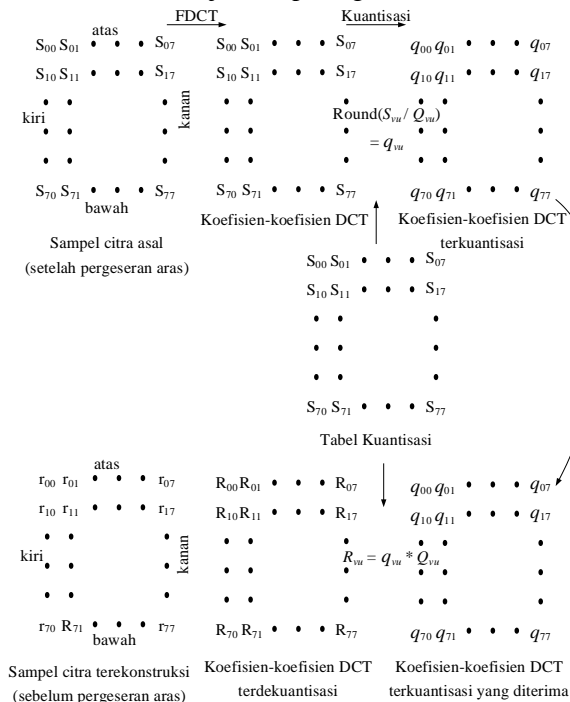
Gambar 2 Urutan zig-zag

Alasan mengurutkan zig-zag adalah untuk mengurutkan nilai hasil kuantisasi dalam urutan peningkatan ruang frekuensi. Jadi diperoleh vektor dengan diurutkan sesuai kriteria dari ruang frekuensi. Nilai pertama dalam vektor (pada indeks nol) dapat disamakan dengan ruang frekuensi terendah yang ditampilkan dalam citra; ini disebut dengan istilah “DC”. Seiring meningkatnya indeks pada vektor, maka diperoleh nilai yang disamakan dengan ruang frekuensi yang tinggi.

### 2.1.3 Penyandian Entropi

Pada penyandian entropi terdiri dari 2 tahap yaitu; penyandian dengan RLC, dan dengan penyandian Huffman. Pada penyandian RLC, nilai hasil kuantisasi diurutkan dan disandikan nilai-nilai nol yang berurutan. Alasan dilakukannya penyandian hanya untuk nilai-nilai nol yang berurutan, karena setelah dikuantisasi nilai-nilai hasil kuantisasi banyak yang bernilai nol yang berurutan. Setelah disandikan dengan RLC, kemudian dilakukan penyandian Huffman. Pada penyandian Huffman ini setiap nilai hasil penyandian RLC dikodekan dengan bit-bit yang tidak mungkin sama kodenya. Hal ini dimaksudkan agar pada saat proses pengawasannya lebih mudah.

Secara umum proses pemampatan citra dengan standar JPEG ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3 Perubahan blok 8×8 dalam proses JPEG

## 2.2 Pengukuran Kinerja Pemampat citra

Pada tugas akhir ini pengukuran kinerja pemampat terdiri dari dua kelas Pertama,

\* Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Diponegoro

\*\* Dosen Teknik Elektro Universitas Diponegoro

didefinisikan secara pengukuran matematika seperti *Mean Square Error* (MSE), *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR), dan lain sebagainya. Kedua, metode pengukuran berdasarkan karakteristik sistem penglihatan manusia (*HSV/Human Visual System*) dalam usaha untuk menunjukkan persepsi kualitas suatu citra.

### 2.2.1 Indeks Kualitas Citra

Indeks kualitas citra ini diperkenalkan oleh Zou Wang dan Alan C. Bovik ilmuwan dari The University of Texas. Alasan digunakannya indeks kualitas ini adalah karena mudah dalam perhitungannya, dapat digunakan untuk berbagai aplikasi pengolahan citra, dan lebih memberikan perbandingan yang berarti dari berbagai macam jenis distorsi citra. Berikut ini penjabaran rumus indeks kualitas citra.

Misalkan  $x=(x_i|i=1,2,...,N)$  dan  $y=(y_i|i=1,2,...,N)$  berturut-turut adalah citra asli dan citra yang diuji. Indeks kualitas didefinisikan pada persamaan 4.

$$Q = \frac{4\sigma_{xy}\overline{xy}}{(\sigma_x^2 + \sigma_y^2)\left[\left(\frac{\overline{x}}{\sigma_x}\right)^2 + \left(\frac{\overline{y}}{\sigma_y}\right)^2\right]} \quad (4)$$

### 2.2.2 PSNR (Peak Signal to Noise Ratio)

Untuk menghitung nilai PSNR digunakan rumus sebagai berikut ini:

$$PSNR = 20\log_{10} \frac{255}{\sqrt{\frac{1}{N_1 N_2} \sum_{i=0}^{N_1} \sum_{j=0}^{N_2} [P(i, j) - Q(i, j)]^2}} \quad (5)$$

Dengan  $P(i, j)$  merupakan citra asli berukuran  $N_1 \times N_2$  dan  $Q(i, j)$  merupakan citra yang diuji dengan ukuran yang sama.

### 2.2.3 Sistem Penglihatan Manusia

Untuk sistem penglihatan manusia digunakan kriteria fidelitas yang berguna untuk mengukur kualitas citra dan untuk penilaian suatu hasil teknik proses atau sistem penglihatan. Digunakan kriteria subjektif yaitu skala kebaikan yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 SKALA KEBAIKAN CITRA

Skala Kebaikan	Nilai
Sangat baik	5
Baik	4
Sedang	3
Buruk	2
Sangat buruk	1

### 2.2.4 Rasio Pemampatan Citra

Pada tugas akhir ini digunakan rasio pemampatan citra sebagai salah satu parameter pengukuran kinerja dari pemampatan yang telah dibuat. Rasio pemampatan citra ini bertujuan untuk

membandingkan ukuran citra hasil pemampatan terhadap ukuran citra asli sebelum dimampatkan. Adapun rumus rasio pemampatan ditunjukkan pada persamaan 6.

$$\text{Rasio Pemampatan} = \frac{x'}{x} \times 100\% \quad (6)$$

$x'$  = ukuran citra hasil pemampatan

$x$  = ukuran citra asli (sebelum dimampatkan)

dari persamaan 6 dapat disimpulkan bahwa semakin kecil ukuran citra hasil pemampatan, maka semakin kecil rasio pemampatan yang diperoleh.

### III. PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK

Pembuatan aplikasi pemampatan citra dengan standar kerja JPEG memiliki sifat mengolah citra masukan berekstensi BMP, sehingga keluarannya merupakan citra JPG. Secara garis besar perancangan pemampatan citra melalui beberapa tahapan. Tahapan-tahapan tersebut adalah sebagai berikut.



Gambar 4 Diagram alir program utama

### IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

Beberapa hal yang diteliti dalam Tugas Akhir ini adalah citra yang akan dianalisis, skala kuantisasi, dan pengukuran kinerja pemampatan citra.

#### 4.2 Pembahasan Hasil Penelitian

Terdapat lima citra yang dianalisis yaitu **kota.bmp**, **buah.bmp**, **bunga.bmp**, **Air.bmp**, dan **angkasa.bmp**.

Salah satu citra yang digunakan dalam pembahasan pada tugas akhir ini adalah citra **Kota.bmp**. Tampilan citra **Kota.bmp** dan citra hasil pemampatan dengan variasi lima skala kuantisasi yang berbeda-beda adalah sebagai berikut.

Untuk mengukur kinerja pemampatan citra yang telah dibuat pada citra **Kota.bmp** digunakan empat parameter seperti yang telah disebutkan sebelumnya yaitu pengukuran secara subjektif menggunakan sistem penglihatan manusia dan secara objektif menggunakan rasio pemampatan citra, PSNR, dan

indeks kualitas citra. Hasil pengukuran kinerja pemampatan citra dengan lima variasi skala kuantisasi ditunjukkan pada Tabel 2.



Gambar 5 Citra asli **Kota.bmp**



Gambar 6 Citra **Kota.jpg** hasil pemampatan dengan skala kuantisasi = 1



Gambar 7 Citra **Kota.jpg** hasil pemampatan dengan skala kuantisasi = 3



Gambar 8 Citra **Kota.jpg** hasil pemampatan dengan skala kuantisasi = 5

\* Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Diponegoro

\*\* Dosen Teknik Elektro Universitas Diponegoro



Gambar 9 Citra **Kota.jpg** hasil pemampatan dengan skala kuantisasi = 7.



Gambar 10 Citra **Kota.jpg** hasil pemampatan dengan skala kuantisasi = 9

Tabel 2 HASIL PENGUKURAN DENGAN KELIMA VARIASI SKALA KUANTISASI CITRA **KOTA.BMP**

Skala Kuantisasi	Ukuran Asli (byte)	Ukuran Termampat (byte)	Rasio Kompresi (%)	PSNR	Indeks Kualitas	Sistem Penglihatan Manusia
1	360054	15841	4,400	33,732	0,880	Baik
3	360054	8365	2,323	31,625	0,826	Sedang
5	360054	6438	1,788	30,262	0,724	Sedang
7	360054	5695	1,582	29,335	0,626	Buruk
9	360054	5270	1,464	27,391	0,456	Sangat buruk

Dari Tabel 2 dapat dianalisis kinerja pemampatan citra yang telah dibuat berdasarkan lima variasi skala kuantisasi yang digunakan, yaitu; untuk skala kuantisasi 1, diperoleh kualitas citra yang masih baik hal ini terlihat dengan masih miripnya citra hasil pemampatan dengan citra aslinya (sebelum dimampatkan), sedangkan untuk ukuran citra hasil kuantisasinya adalah sebesar 15841 byte dengan rasio kompresi sebesar 4,400%, nilai PSNR-nya sebesar 33,732, dan indeks kualitas citranya sebesar 0,880. Pada skala kuantisasi 3, diperoleh citra hasil pemampatan yang sudah berkurang kualitasnya hal ini terlihat pada ketajaman citra hasil pemampatan jika dibandingkan dengan citra aslinya, ukuran citra hasil pemampatan sebesar 8365 byte dengan rasio kompresi 2,323%, nilai PSNR 31,625, dan indeks kualitas citranya 0,826. Pada skala kuantisasi 5, diperoleh citra hasil pemampatan yang kualitas citranya sama dengan hasil pemampatan dengan skala kuantisasi 3, hal ini bisa terlihat pada adanya patahan-patahan dan semakin berkurangnya ketajaman citra hasil pemampatan, untuk ukuran citra hasil pemampatan sebesar 6438 byte, dengan rasio pemampatan sebesar 1,788%, nilai PSNR sebesar 30,262, dan indeks kualitas citra sebesar 0,724.

Untuk skala kuantisasi 7 diperoleh citra hasil pemampatan yang kualitas citranya lebih buruk dibandingkan jika dimampatkan pada skala kuantisasi 5, namun ukuran citranya lebih kecil dari skala kuantisasi 5, yaitu sebesar 5695 byte, dengan rasio kompresi 1,582%, nilai PSNR sebesar 29,335, dan indeks kualitas citra hasil pemampatan sebesar 0,626. Untuk citra hasil pemampatan pada skala kuantisasi 9 diperoleh citra yang kualitasnya paling buruk jika dibandingkan dengan kualitas citra hasil pemampatan dengan skala kuantisasi yang sebelumnya, namun diperoleh ukuran citra hasil pemampatan yang paling kecil dibandingkan yang lain yaitu sebesar 5270 byte dengan rasio kompresi sebesar 1,464%, nilai PSNR-nya sebesar 27,391, dan indeks kualitas citranya sebesar 0,456.

Secara keseluruhan untuk kelima citra yang diuji dibuat tabel perbandingan untuk masing-masing parameter pengukuran kinerja pemampatan citra pada beberapa citra yang diteliti yaitu ukuran citra termampat, rasio pemampatan, PSNR, indeks kualitas citra dan penilaian dengan sistem penglihatan manusia. Tabel perbandingan nilai rasio kompresi untuk kelima citra yang telah diteliti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 PERBANDINGAN BERDASARKAN NILAI RASIO KOMPRESI UNTUK KELIMA CITRA

NAMA CITRA	Skala Kuantisasi				
	1	3	5	7	9
Kota	4,40	2,32	1,79	1,58	1,46
Buah	3,66	1,84	1,51	1,36	1,29
Bunga	8,34	3,82	2,66	2,16	1,85
Air	3,99	1,98	1,57	1,39	1,30
Angkasa	5,43	2,42	1,74	1,45	1,31
<b>Rata-rata</b>	5,16	2,48	1,85	1,59	1,44

Dari tabel 3 dapat diambil kesimpulan bahwa kinerja pemampatan citra yang telah dibuat berdasarkan rasio kompresi yang dihasilkan sangat baik untuk citra **Buah.bmp**, hal ini disebabkan karena rasio kompresi untuk citra **Buah.bmp** paling kecil diantara keempat citra yang lain, sedangkan untuk citra yang kurang cocok untuk dimampatkan dengan pemampatan yang telah dibuat adalah citra **Bunga.bmp**, karena rasio kompresinya yang paling besar diantara keempat citra yang lain.

Tabel perbandingan berdasarkan nilai PSNR dari citra hasil pemampatan untuk kelima citra yang telah diteliti, ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 PERBANDINGAN BERDASARKAN NILAI PSNR CITRA TERMAMPAT UNTUK KELIMA CITRA

NAMA CITRA	Skala Kuantisasi				
	1	3	5	7	9
Kota	33,73	31,63	30,26	29,34	27,39
Buah	40,80	36,26	33,75	31,99	30,29
Bunga	33,50	30,97	28,85	27,33	26,08
Air	39,59	35,58	32,71	31,32	29,39
Angkasa	35,28	32,84	31,12	29,71	28,99
<b>Rata-rata</b>	36,58	33,46	31,34	29,94	28,43

Berdasarkan Tabel 4, dapat disimpulkan bahwa kualitas citra hasil pemampatan akan semakin buruk jika digunakan skala kuantisasi yang semakin besar.

Tabel perbandingan berdasarkan indeks kualitas dari citra hasil pemampatan untuk kelima citra yang telah diteliti, ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5 PERBANDINGAN INDEKS KUALITAS CITRA TERMAMPAT UNTUK KELIMA CITRA

NAMA CITRA	Skala Kuantisasi				
	1	3	5	7	9
Kota	0,880	0,826	0,724	0,626	0,456
Buah	0,985	0,936	0,866	0,817	0,716
Bunga	0,833	0,780	0,706	0,702	0,614
Air	0,964	0,901	0,796	0,717	0,632
Angkasa	0,822	0,686	0,553	0,404	0,336
<b>Rata-rata</b>	0,897	0,826	0,729	0,653	0,551

\* Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Diponegoro

\*\* Dosen Teknik Elektro Universitas Diponegoro

Berdasarkan Tabel 5 diperoleh nilai indeks kualitas citra hasil pemampatan yang semakin kecil jika digunakan skala kuantisasi yang semakin besar, berdasarkan referensi bahwa dengan semakin kecilnya nilai indeks kualitas maka semakin buruk kualitas citra, jadi untuk tabel 5 dapat disimpulkan bahwa kualitas citra hasil pemampatan akan semakin buruk jika digunakan skala kuantisasi yang semakin besar.

Tabel perbandingan berdasarkan penilaian sistem penglihatan manusia dari citra hasil pemampatan untuk kelima citra yang telah diteliti, ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6 PERBANDINGAN BERDASARKAN SISTEM PENGLIHATAN MANUSIA

NAMA CITRA	Skala Kuantisasi				
	1	3	5	7	9
Kota	Baik	Sedang	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
Buah	Sangat Baik	Baik	Sedang	Sedang	Buruk
Bunga	Sangat Baik	Baik	Sedang	Sedang	Buruk
Air	Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
Angkasa	Baik	Sedang	Sedang	Buruk	Sangat Buruk

Berdasarkan Tabel 6 diperoleh penilaian sistem penglihatan manusia untuk kualitas citra hasil pemampatan yang semakin buruk jika digunakan skala kuantisasi yang semakin besar.

Dari beberapa pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Rata-rata rasio kompresi pada pemampatan citra dengan skala 1, 3, 5, 7, dan 9, adalah 5,164%, 2,477%, 1,853%, 1,590%, dan 1,441%. Dengan demikian semakin besar nilai skala kuantisasi yang digunakan, maka semakin kecil rasio kompresi citra yang dihasilkan.
2. Rata-rata nilai PSNR pada pemampatan citra dengan skala 1, 3, 5, 7, dan 9, adalah 36,580, 33,456, 31,339, 29,938, dan 28,431. Dengan demikian semakin besar skala kuantisasi yang digunakan, maka semakin kecil rata-rata nilai PSNR hasil pemampatan yang dihasilkan.
3. Rata-rata nilai indeks kualitas pada pemampatan citra dengan skala 1, 3, 5, 7, dan 9, adalah 0,897, 0,826, 0,729, 0,653, dan 0,551. Dengan demikian semakin besar nilai skala kuantisasi yang digunakan, maka semakin kecil kualitas citra hasil pemampatan yang dihasilkan.
4. Untuk mengetahui kualitas citra dengan menggunakan sistem penglihatan manusia bergantung pada kondisi pencahayaan, konteks gambar, hal-hal lain yang telah dilihat, dan kelelahan/kondisi mata manusia.

5. Pemampat citra dengan standar JPEG yang telah dibuat cocok untuk citra yang cenderung gelap (pada citra **Buah.bmp**), disamping karena rasio pemampatannya yang paling kecil, kualitas citra hasil pemampatannya juga lebih baik dibandingkan kelima citra yang lainnya.
6. Pemampat citra yang telah dibuat bekerja secara optimal pada skala kuantisasi 3, disamping karena rasio kompresinya yang kecil, kualitas citra yang dihasilkan juga masih baik.

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Semakin besarnya skala kuantisasi yang digunakan, maka rasio kompresi akan semakin kecil, hal ini disebabkan karena jumlah bit hasil kuantisasi yang semakin kecil untuk setiap piksel citra yang dimampatkan.
2. Rata-rata rasio kompresi pada pemampatan citra dengan skala 1, 3, 5, 7, dan 9, adalah 5,164%, 2,477%, 1,853%, 1,590%, dan 1,441%. Dengan demikian semakin besar nilai skala kuantisasi yang digunakan, maka semakin kecil rasio kompresi citra yang dihasilkan.
3. Rata-rata nilai PSNR pada pemampatan citra dengan skala 1, 3, 5, 7, dan 9, adalah 36,580, 33,456, 31,339, 29,938, dan 28,431. Dengan demikian semakin besar skala kuantisasi yang digunakan, maka semakin kecil rata-rata nilai PSNR hasil pemampatan yang dihasilkan.
4. Rata-rata nilai indeks kualitas pada pemampatan citra dengan skala 1, 3, 5, 7, dan 9, adalah 0,897, 0,826, 0,729, 0,653, dan 0,551. Dengan demikian semakin besar nilai skala kuantisasi yang digunakan, maka semakin kecil kualitas citra hasil pemampatan yang dihasilkan.
5. Untuk mengetahui kualitas citra dengan menggunakan sistem penglihatan manusia bergantung pada kondisi pencahayaan, konteks gambar, hal-hal lain yang telah dilihat, dan kelelahan/kondisi mata manusia.
6. Pemampat citra dengan standar JPEG yang telah dibuat cocok untuk citra yang cenderung gelap (pada citra **Buah.bmp**), di samping karena rata-rata rasio pemampatannya yang paling kecil, kualitas citra hasil pemampatannya juga lebih baik dibandingkan kelima citra yang lainnya.
7. Pemampat citra yang telah dibuat bekerja secara optimal pada skala kuantisasi 3, disamping karena rasio kompresinya yang kecil, kualitas citra yang dihasilkan juga masih baik.

## 5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan penelitian menggunakan penyandian Aritmetika pada penyandian entropi, untuk kemudian dibandingkan dengan hasil pemampatan citra yang telah dibuat ini.
2. Dapat dilakukan penelitian menggunakan format citra yang lain seperti TIFF, GIF, untuk kemudian hasilnya dapat dibandingkan dengan JPEG, sehingga dapat diperoleh algoritma citra yang terbaik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Gibson, Jerry., T. Berger, T. Lookabaugh, and D. Lindberg., *Digital Compression For Multimedia*, Morgan Kaufmann, San Francisco, California, 1998.
- [2]. Jain, A.K., *Fundamentals of Digital Image Processing*, Prentice Hall, 1989.
- [3]. Kadir, A., *Panduan Pemrograman Visual C++*, Andi, Yogyakarta, 2004.
- [4]. Murni, A., *Pengantar Pengolahan Citra*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 1992.
- [5]. Nelson, M and J.L. Gailly., *The Data Compression Book Second Edition*, M&T Books, New York 1996
- [6]. Norell, H., B. Oelmann, and Y. Xu, *Spatio-Temporal Reduction ASIC for Real-Time Video Processing*, IEEE, Department of Information Technology, ITE, Sweden, 1993.
- [7]. Raharjo, B, *Mengungkap Rahasia Pemrograman dalam C++*, Informatika Bandung, 2004.
- [8]. Russ, J.C., *Image Processing Hand Bokk Second Edition*, Prentice-Hall International, Inc., 1995.
- [9]. Wang, Z and A.C. Bovik., *A Universal Image Quality Index*, IEEE Signal Processing Letters, 2002.
- [10]. Wang, Z and A.C. Bovik., *Why Is Image Quality Assessment So Difficult ?*, IEEE Signal Processing Letters, 2002.
- [11]. Yudistira, F., *Pengukuran Kinerja Detektor-Detektor Tepi citra Dengan Acuan Detektor Canny*, Skripsi Mahasiswa S-1 Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang, 2004.
- [12]. ....., *Information Technology-Digital Compression and Coding of Continuous-Tone Still Image-Requirements and Guidelines*, CCITT (The Consultative Committee International Telegraph and Telephone). Recommendation T.81, 1992.

\* Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Diponegoro

\*\* Dosen Teknik Elektro Universitas Diponegoro